

ĐŁŃ±ĐMĐ±Đ½Ń<Đ°ĐŃFŃ€Ń^

ĐŽŃ^Đ½Đ¾Đ²Ń<  
Đ·Đ²ŃfĐ°Đ¾Đ·Đ°Đ¿Đ,Ń^  
Đ,Đ,Ń†Đ,Ń,,Ń€Đ¾Đ²Đ°Ń÷  
Đ¾Đ±Ń€Đ°Đ±Đ¾Ń,Đ°Đ°  
Đ°ŃfĐ´Đ,Đ¾  
Đ,Đ½Ń,,Đ¾Ń€Đ¼Đ°Ń†Đ,  
Đ,

ĐŽŃ^Đ½Đ¾Đ²Ń<

Đ½Đ¾Đ½Ń,Đ°Đ¶Đ°

Đ,

Đ¾Đ±Ń€Đ°Đ±Đ¾Ń,Đ°

Đ°ŃfĐ´Đ,Đ¾

ĐŸŃ€Đ,Đ½Ń†Đ,Đ¿Ń<,

Đ,Đ½Ń^Ń,Ń€ŃfĐ¼ĐμĐ½Ń,Ń<,Đ»ŃfŃ±Ń^Đ,Đμ

Đ¿Ń€Đ°Đ°Ń,Đ,Đ°Đ,

# Đ;Đ<sup>3/4</sup>Đ´ĐμÑ€Đ¶Đ°Đ<sup>1/2</sup>Đ,Đμ Đ»ĐμĐ°Ñ†Đ,Đ,

## 1. ĐŸÑ€Đ,Đ<sup>1/2</sup>Ñ†Đ,Đ;Ñ< Đ<sup>1/4</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ,Đ°Đ¶Đ°

ĐžÑ^Đ<sup>1/2</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>2</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ<Đμ Đ°Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ†ĐμĐ;Ñ†Đ,Đ,Đ,  
Đ;Ñ€Đ°Đ<sup>2</sup>Đ,Đ»Đ°

## 2. ĐćĐ,Đ;Ñ< Đ<sup>1/4</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ,Đ°Đ¶Đ° Đ, Đ;Ñ€Đ<sup>3/4</sup>Ñ†ĐμÑ^Ñ^

Đ>Đ,Đ<sup>1/2</sup>ĐμĐ<sup>1</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ<Đ<sup>1</sup> Đ, Đ<sup>1/2</sup>ĐμĐ»Đ,Đ<sup>1/2</sup>ĐμĐ<sup>1</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ<Đ<sup>1</sup>  
Đ<sup>1/4</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ,Đ°Đ¶

## 3. Đ¨ÑfĐ<sup>1/4</sup>Ñ< Đ,Ñ^ÑfĐ<sup>1/4</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ;Đ<sup>3/4</sup>Đ ´Đ°Đ<sup>2</sup>Đ»ĐμĐ<sup>1/2</sup>Đ,Đμ

ĐćĐ,Đ;Ñ<Ñ^ÑfĐ<sup>1/4</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>2</sup>Đ,  
Ñ^Đ;ĐμĐ°Ñ,Ñ€Đ°Đ»Ñ€Đ<sup>1/2</sup>Ñ<Đ<sup>1</sup>Đ°Đ<sup>1/2</sup>Đ°Đ»Đ,Đ·

## 4. Đ;Đ°Đ»ĐμĐ<sup>1</sup>Đ°Đ° Đ, Đ°Ñ€Đ<sup>3/4</sup>Ñ^Ñ^Ñ,,ĐμĐ<sup>1</sup>Đ´Ñ<

Đ´ĐμÑ^Ñ^Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>2</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ<Đ<sup>1</sup>Đ<sup>1/4</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>1/2</sup>Ñ,Đ°Đ¶¶  
Ñ,,Ñ€Đ°Đ<sup>3/4</sup>ĐμĐ<sup>1/2</sup>Ñ,Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>2</sup>

## 5. ĐĐ°Đ<sup>2</sup>Đ°Đ»Đ,Đ·Đ°Ñ†Đ,Ñ÷ (EQ)

ĐšĐ°Ñ^Ñ,Đ<sup>3/4</sup>Ñ,Đ<sup>1/2</sup>Ñ<Đ<sup>1</sup>Ñ^Đ;ĐμĐ°Ñ,Ñ€Đ,Ñ,Đ,Đ;Ñ<  
Ñ Đ°Đ<sup>2</sup>Đ°Đ»Đ°Đ<sup>1</sup>Đ·ĐμÑ€Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>2</sup>

## 6. ĐšĐ<sup>3/4</sup>Đ<sup>1/4</sup>Đ;Ñ€ĐμÑ^Ñ^Đ,Ñ÷

ĐŸÑ€Đ,Đ<sup>1/2</sup>Ñ†Đ,Đ;Ñ<Ñ€Đ°Đ±Đ<sup>3/4</sup>Ñ,Ñ<Đ,  
Đ;Đ°Ñ€Đ°Đ<sup>1/4</sup>ĐμÑ,Ñ€Ñ<

## 7. Đ|ĐμĐ;Đ<sup>3/4</sup>Ñ‡Đ°Đ, Đ<sup>3/4</sup>Đ±Ñ€Đ°Đ±Đ<sup>3/4</sup>Ñ,Đ°Đ,

ĐŸĐ<sup>3/4</sup>Ñ€Ñ÷Đ´Đ<sup>3/4</sup>Đ°Đ;Ñ€Đ,Đ<sup>1/4</sup>ĐμĐ<sup>1/2</sup>ĐμĐ<sup>1/2</sup>Đ,Ñ÷  
ÑÑ,,Ñ,ĐμĐ°Ñ,Đ<sup>3/4</sup>Đ<sup>2</sup>

## 8. ĐŸÑ€Đ,Đ<sup>1/4</sup>ĐμÑ€Ñ<Đ,Đ<sup>2</sup>Ñ<Đ<sup>2</sup>Đ<sup>3/4</sup>Đ ´Ñ<

ĐŸÑ€Đ°Đ°Ñ,Đ,Đ°Đ°Đ,Đ°Đ»ÑžÑ‡ĐμĐ<sup>2</sup>Ñ<Đμ  
Ñ€ĐμĐ·ÑfĐ»Ñ€Ñ,Đ°Ñ,Ñ<

# Đ'Đ²ĐμĐ'ĐμĐ½Đ, Đμ: Ñ†ĐμĐ»Đ, Đ, Đ·Đ°Đ'Đ°Ñ‡Đ, Đ¹⁄₄Đ³⁄₄Đ¹⁄₂Ñ,Đ°Đ¶Đ°

## ĐšĐ»ÑžÑ‡ĐμĐ²Ñ<Đμ Đ³⁄₄Đ¿Ñ€ĐμĐ ´ĐμĐ»ĐμĐ½Đ,Ñ÷

**ĐœĐ³⁄₄Đ¹⁄₂Ñ,Đ°Đ¶:** ĐžÑ,Đ±Đ³⁄₄Ñ€,  
Đ°Đ³⁄₄Đ¹⁄₄Đ¿Đ³⁄₄Đ½Đ³⁄₄Đ²Đ°Đ° Đ, Ñ^Đ°Đ»ĐμĐ¹Đ°Đ°  
Đ°ÑƒĐ´Đ,Đ³⁄₄Ñ,,Ñ€Đ°Đ³⁄₄Đ¹⁄₄ĐμĐ½Ñ,Đ³⁄₄Đ² Đ² ĐμĐ  
´Đ,Đ½Đ³⁄₄Đμ Ñ†ĐμĐ»Đ³⁄₄Đμ.

## ĐŸĐ³⁄₄Ñ^Ñ,Đ¿Ñ€Đ³⁄₄Đ´Đ°Đ°Ñ^Đ½:

ĐœĐ,Đ½Đ°Đ»Ñ€Đ½Ñ<Đ¹ Ñ Ñ,Đ°Đ¿  
Đ¿Ñ€Đ³⁄₄Đ,Đ·Đ²Đ³⁄₄Đ´Ñ^Ñ,Đ²Đ°,  
Đ²Đ°Đ»ÑžÑ‡Đ°ÑžÑ%Đ,Đ¹ Đ¹⁄₄Đ³⁄₄Đ½Ñ,Đ°Đ¶,  
Đ³⁄₄Đ±Ñ€Đ°Đ±Đ³⁄₄Ñ,Đ°ÑƒĐ, Ñ^Đ²ĐμĐ´ĐμĐ½Đ,Đμ.

## Đ ĐμĐ´ĐμÑ^Ñ,Ñ€ÑƒĐ°Ñ,Đ,Đ²Đ½Đ³⁄₄Đμ Ñ€ĐμĐ ´Đ°Đ°Ñ,Đ,Ñ€Đ³⁄₄Đ²Đ°Đ½Đ,Đμ:

Đ~Đ,Đ¹⁄₄Đ,Đ¹⁄₄Đ,Đ¹⁄₄Đ,Đ¹⁄₄Đ,Đμ ĐœĐžĐ ĐœĐ Đ-  
Đ¿Đ°Ñ€Đ°Đ¹⁄₄ĐμÑ,Ñ€Đ³⁄₄Đ²  
Đ²Đ³⁄₄Ñ^Đ¿Ñ€Đ³⁄₄Đ,Đ·Đ²ĐμĐ´ĐμĐ½Đ,Ñ÷ Đ±ĐμĐ·  
Ñ€Đ°Đ·Ñ€ÑƒÑ^ĐμĐ½Đ,Ñ÷ Đ,Ñ^Ñ...Đ³⁄₄Đ  
´Đ½Đ³⁄₄Đ³⁄₄Ñ,,Đ°Đ¹Đ»Đ° (Đ¹⁄₄ĐμÑ,Đ°Đ

## Đ¹ĐμĐ»Đ, Đ¹⁄₄Đ³⁄₄Đ¹⁄₂Ñ,Đ°Đ¶Đ°

Đ~Ñ^Đ½Đ³⁄₄Ñ^Ñ,Ñ€Đ,Đ·Đ»Đ³⁄₄Đ¶ĐμĐ½Đ,Ñ÷,  
Đ°Đ³⁄₄Đ½Ñ^Đ,Ñ^Ñ,ĐμĐ½Ñ,Đ½Đ³⁄₄Ñ^Ñ,Ñ€  
Đ·Đ²ÑƒÑ‡Đ°Đ½Đ,Ñ÷, Đ¿Đ³⁄₄Đ´Đ´ĐμÑ€Đ¶Đ°Đ½Đ,Đμ  
Ñ,ĐμĐ¹⁄₄Đ¿Đ°/Ñ€Đ,Ñ,Đ¹⁄₄Đ°, ÑƒÑ^Đ,Đ»ĐμĐ½Đ,Đμ Đ  
´Ñ€Đ°Đ¹⁄₄Đ°Ñ,ÑƒÑ€Đ³⁄₄Đ,Đ.

## ĐšÑ€Đ,Ñ,ĐμÑ€Đ,Đ,Đ°Đ°Ñ‡ĐμÑ^Ñ,Đ²Đ°

ĐžÑ,Ñ^ÑƒÑ,Ñ^Ñ,Đ²Đ,Đμ Đ°Ñ€Ñ,ĐμÑ,,Đ°Đ°Ñ,Đ³⁄₄Đ²  
(Ñ%ĐμĐ»Ñ‡Đ°Đ³⁄₄Đ²), Đ³⁄₄Ñ,Đ»Đ,Ñ‡Đ½Đ°Ñ÷  
Ñ‡Đ,Ñ,Đ°ĐμĐ¹⁄₄Đ³⁄₄Ñ^Ñ,Ñ€ Ñ€ĐμÑ‡Đ,  
Đ²Ñ<Ñ^Đ³⁄₄Đ°Đ³⁄₄Đμ Đ³⁄₄Ñ,Đ½Đ³⁄₄Ñ^ĐμĐ½Đ,Đμ  
Ñ^Đ,Đ³⁄₄Đ½Đ°Đ»/Ñ^ÑƒĐ¹⁄₄ (SNRâ†).

ĐžĐ´Đ Đ´ĐžĐœĐšĐ

ĐœĐ Đ¿ĐœĐ·Đ



# ⓂⓂ, Ⓜ; Ñ< Ⓜ¼Ⓜ¾Ⓜ½Ñ, Ⓜ°Ⓜ¶Ⓜ°: Ⓜ»Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ¹Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹ Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ»Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ¹Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹

## Ⓜ»Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ¹Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹ Ⓜ¼Ⓜ¾Ⓜ½Ñ, Ⓜ°Ⓜ¶

â€¢ ⓂÿⓂ¾Ñ^Ⓜ»ⓂμⓂ´ Ⓜ¾Ⓜ²Ⓜ°Ñ, ⓂμⓂ»ÑⓂⓂ½Ⓜ°Ñ÷  
Ñ^Ⓜ°Ⓜ»ⓂμⓂ¹Ⓜ°Ⓜ° Ⓜ¼Ⓜ°Ñ, ⓂμÑ€Ⓜ, Ⓜ°Ⓜ»Ⓜ°

â€¢ **Ⓜ"ⓂμÑ^Ñ, Ñ€Ñ fⓂ°Ñ, Ⓜ, Ⓜ²Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹**

**Ⓜ; Ñ€Ⓜ¾Ñ^Ⓜ+ⓂμÑ^Ñ^** (Ⓜ, Ⓜ·Ⓜ¼ⓂμⓂ½ⓂμⓂ½Ⓜ, Ñ÷  
Ⓜ½ⓂμⓂ¾Ⓜ±Ñ€Ⓜ°Ñ, Ⓜ, Ⓜ¼Ñ<)

â€¢ Ⓜ~Ñ^Ⓜ; Ⓜ¾Ⓜ»ÑⓂⓂ·Ⓜ¾Ⓜ²Ⓜ°Ⓜ½Ⓜ, Ⓜμ  
Ⓜ¼Ⓜ°Ⓜ³Ⓜ½Ⓜ, Ñ, Ⓜ½Ⓜ¾Ⓜ¹ Ⓜ»ⓂμⓂ½Ñ, Ñ< Ⓜ, Ⓜ»Ⓜ, Ⓜ  
´ Ⓜ, Ⓜ°Ñ, Ⓜ¾Ñ,, Ⓜ¾Ⓜ½Ⓜ¾Ⓜ²

## Ⓜ ⓂμⓂ»Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ¹Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹

### Ⓜ¼Ⓜ¾Ⓜ½Ñ, Ⓜ°Ⓜ¶

â€¢ Ⓜ Ⓜ°Ⓜ±Ⓜ¾Ñ, Ⓜ° Ⓜ² DAW (Digital Audio Workstation)

â€¢ Ⓜ~Ñ^Ⓜ; Ⓜ¾Ⓜ»ÑⓂⓂ·Ⓜ¾Ⓜ²Ⓜ°Ⓜ½Ⓜ, Ⓜμ  
Ñ€ⓂμⓂ³Ⓜ, Ⓜ¾Ⓜ½Ⓜ¾Ⓜ², Ⓜ; Ⓜ»ⓂμⓂ¹Ⓜ»Ⓜ, Ñ^Ñ, Ⓜ¾Ⓜ²,  
undo/redo

â€¢ **Ⓜ ⓂμⓂ´ ⓂμÑ^Ñ, Ñ€Ñ fⓂ°Ñ, Ⓜ, Ⓜ²Ⓜ½Ⓜ¾Ⓜμ**

**Ñ€ⓂμⓂ´ Ⓜ°Ⓜ°Ñ, Ⓜ, Ñ€Ⓜ¾Ⓜ²Ⓜ°Ⓜ½Ⓜ, Ⓜμ** (Ñ€Ⓜ°Ⓜ±Ⓜ¾Ñ, Ⓜ°  
Ñ^ Ⓜ¼ⓂμÑ, Ⓜ°Ⓜ´ Ⓜ°Ⓜ½Ⓜ½Ñ<Ⓜ¼Ⓜ,)

## Ⓜ; Ñ€Ⓜ°Ⓜ²Ⓜ½Ⓜ, Ñ, ⓂμⓂ»ÑⓂⓂ½Ñ<Ⓜ¹ Ⓜ°Ⓜ½Ⓜ°Ⓜ»Ⓜ, Ⓜ·

### ⓂšÑ€Ⓜ, Ñ, ⓂμÑ€Ⓜ, Ⓜ¹

Ⓜ"Ⓜ, Ⓜ±Ⓜ°Ⓜ¾Ñ^Ñ, ÑⓂⓂ  
Ⓜ; Ⓜ°Ⓜ¾Ñ€Ⓜ¾Ñ^Ñ, ÑⓂⓂ Ñ€Ⓜ°Ⓜ±Ⓜ¾Ñ, Ñ<  
Ⓜ Ⓜ, Ñ^Ⓜ° Ⓜ¾Ñ^Ⓜ, Ⓜ±Ⓜ¾Ⓜ°

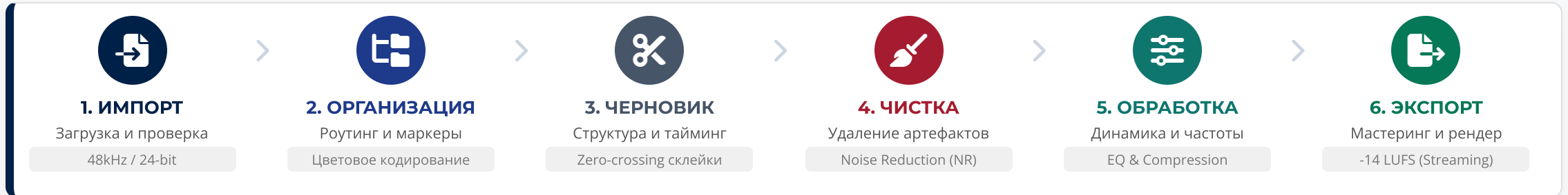
### Ⓜ»Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ¹Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹

Ⓜ Ⓜ, Ⓜ·Ⓜ°Ⓜ°Ñ÷ (Ⓜ¶ⓂμÑ^Ñ, Ⓜ°Ⓜ°Ñ÷  
Ñ^Ñ, Ñ€Ñ fⓂ°Ñ, Ñ, Ñ€Ⓜ¾Ⓜ²  
Ⓜ°Ⓜ°Ñ÷  
ⓂÑ<Ñ^Ⓜ¾Ⓜ°Ⓜ, Ⓜ, Ⓜ (Ñ^Ⓜ»Ⓜ¾Ⓜ¶Ⓜ½Ⓜ¾  
Ⓜ, Ñ, Ⓜ; Ñ€Ⓜ°Ⓜ²Ⓜ½Ⓜ, ÑⓂⓂ)

### Ⓜ ⓂμⓂ»Ⓜ, Ⓜ½ⓂμⓂ¹Ⓜ½Ñ<Ⓜ¹

ⓂÑ<Ñ^Ⓜ¾Ⓜ°Ⓜ°Ñ÷ (Ñ^Ⓜ²Ⓜ¾Ⓜ±Ⓜ¾Ⓜ´ Ⓜ½Ⓜ¾Ⓜμ  
Ⓜ, ⓂμÑ€Ⓜ, Ⓜ¼Ⓜ, Ⓜ½Ⓜ, Ⓜ½Ⓜ, Ⓜμ  
ⓂÑ<Ñ^Ⓜ, Ñ€Ⓜ°Ⓜ±Ⓜ¾Ñ, Ⓜ°Ⓜ±Ⓜ¾Ñ, Ⓜ, Ⓜμ  
Ⓜ°Ⓜ°Ⓜ²Ⓜ¾Ⓜ^Ⓜ, Ñ, Ñ, Ñ€Ⓜ¾Ⓜ²Ⓜ°Ⓜ½Ⓜ, Ñ<  
ⓂⓂⓂ, Ⓜ½Ⓜ, Ⓜ¼ⓂⓂ»ÑⓂⓂ½Ñ<Ⓜ¹ (Undo  
History)

# Рабочий процесс монтажа: этапы и горизонты



## Ключевые принципы процесса

### Контроль уровней (Gain Staging)

Целевой RMS: **-18 dBFS**

Обеспечивает оптимальный запас (headroom) для предотвращения клиппинга на этапах обработки.

### Недеструктивность

Работа с метаданными

Монтаж выполняется без изменения исходных аудиофайлов, что позволяет отменить любое действие (Undo/Redo).

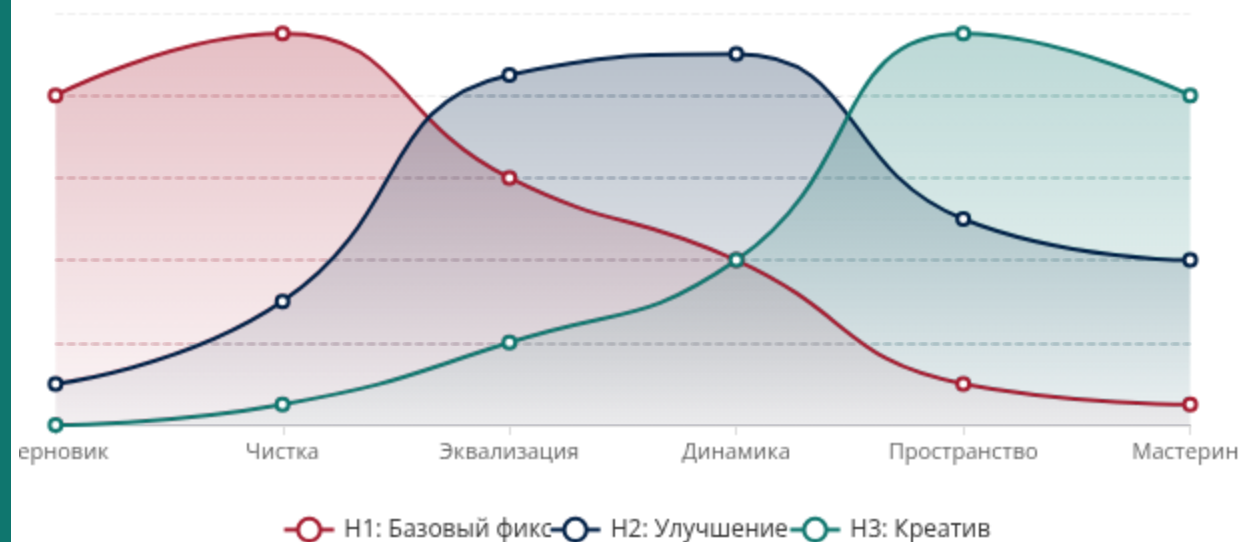
### Спектральный анализ

Визуальный контроль

Использование анализаторов для выявления частотных конфликтов и артефактов до применения обработки.

## Модель трёх горизонтов обработки

Уровень на микс



# Удаление шумов: типы шумов в аудиозаписи



## ШИРОКОПОЛОСНЫЙ

Белый/розовый шум (весь спектр)



## ТОНАЛЬНЫЙ ГУЛ

Наводки сети (50/60 Hz и гармоники)



## ИМПУЛЬСНЫЕ

Клики, треск, щелчки (микросекунды)

## Специфика и метрики

### Речевые артефакты

**Сибиллянты (5–8 кГц):** Резкие свистящие звуки ("С", "Ш").

**Плозивы (60–120 Гц):** Взрывные НЧ удары ("П", "Б").

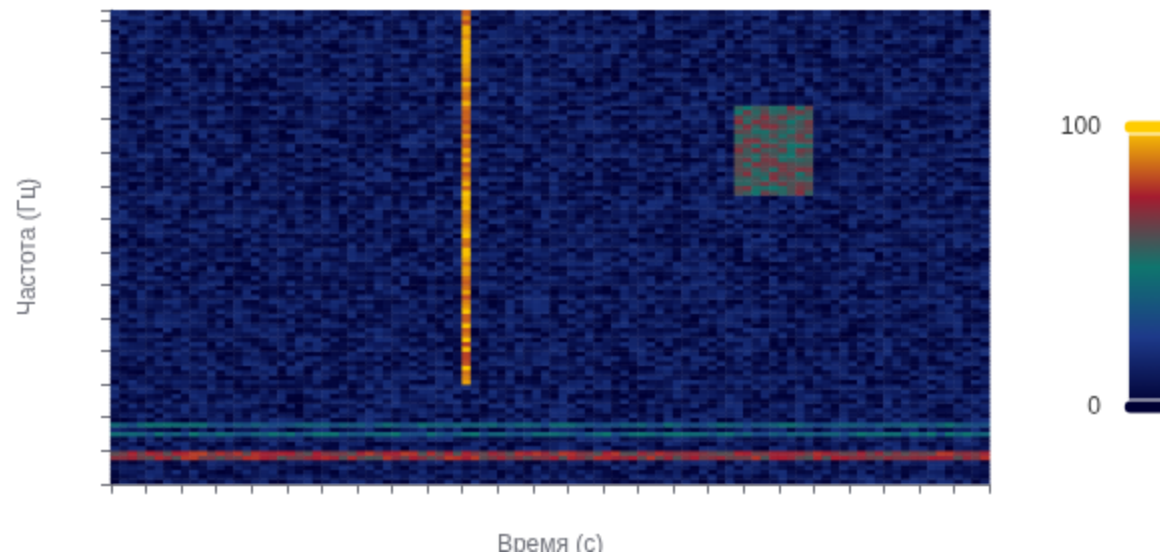
### SNR (Отношение сигнал/шум)

Ключевая метрика качества. Измеряется в дБ. Более высокое значение указывает на более чистый сигнал по сравнению с фоном.

### PSRR

Коэффициент подавления нестабильности питания. Влияет на количество тонального гула в аудиотракте.

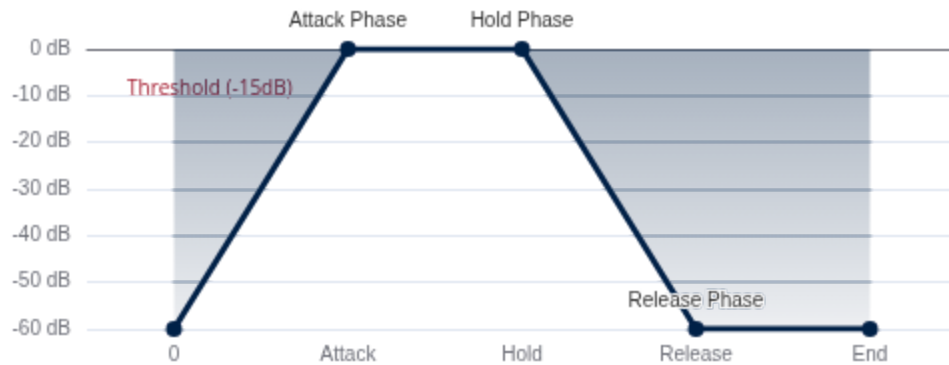
## Визуализация шумов на спектрограмме





# Инструменты: Noise Gate и Noise Reduction

## Параметры Noise Gate (Временная область)



### Threshold & Hysteresis

-40 dB / 6 dB

**Threshold:** уровень открытия гейта. **Hysteresis:** разница между уровнями открытия и закрытия (предотвращает "дребезг" / chattering).

### Attack & Hold

1-5 ms / 50 ms

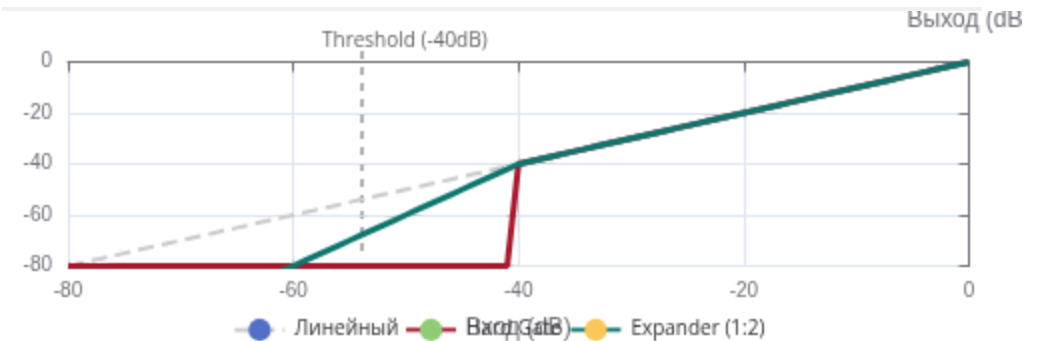
**Attack:** скорость открытия (слишком быстрая = щелчки, медленная = съедает транзиенты). **Hold:** удержание гейта открытым для предотвращения прерываний.

### Release & Range (Depth)

150 ms / -20 dB

**Release:** скорость закрытия (формирует хвост звука). **Range:** глубина подавления (полная тишина неестественна, лучше оставлять -15..-20 dB).

## Expander vs Noise Gate (Трансферная функция)



## Модули Noise Reduction (Спектральные)

### Профиль шума (Noise Print / FFT Size)

Обучение алгоритма (захват). Размер окна FFT определяет разрешение (частотное vs временное).

### Reduction Amount & Spectral Smoothing


Оптимальное подавление 6-12 dB. Больше = артефакты. Сглаживание маскирует музыкальный шум.

### ⚠ Артефакты (Chirping / Pumping)


"Бульканье" (Chirping) из-за изолированных бинов FFT. Пампинг - модуляция шума сигналом.

# Склейка фрагментов: бесшовный монтаж


## Принципы бесшовного монтажа


 **Zero-Crossing (Нулевое пересечение)**  
Разрез аудиоклипа строго в точке нулевой амплитуды сигнала ( $y=0$ ).

 Предотвращает DC offset и появление резких цифровых щелчков (clicks/pops) на стыке.

 **Микрофейды (Microfades)**  
Короткие кроссфейды (обычно 3–5 мс) на краях склеиваемых клипов.

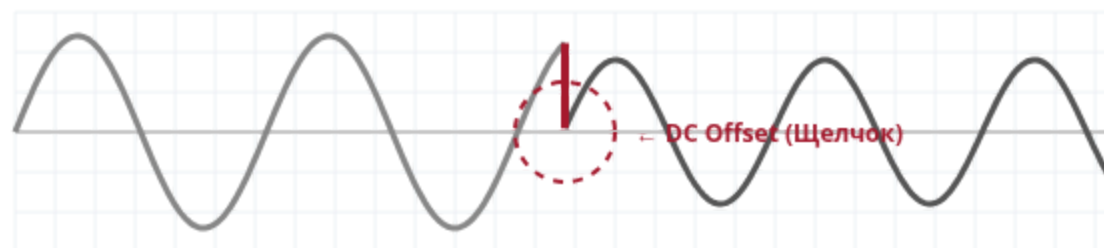
 Сглаживают фазовые нестыковки, обязательны при редактировании речи и вокала.

 **Подклад Room Tone**  
Использование "тона комнаты" (естественного фонового шума помещения).

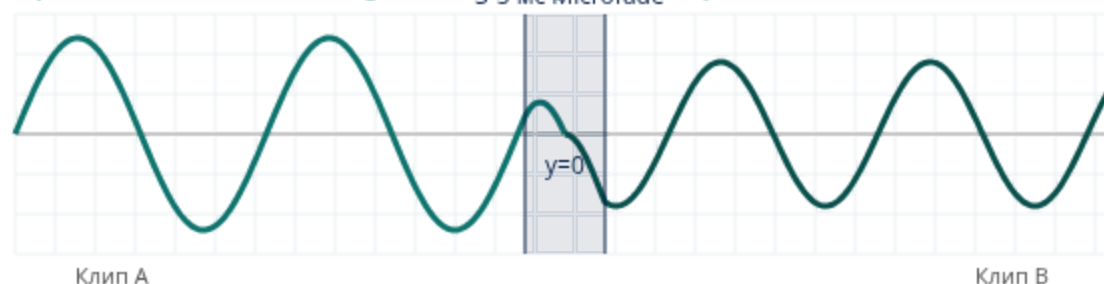
 Заполняет цифровую тишину (digital black) между фразами, создавая эффект непрерывности.

## Визуализация: Правильная vs Проблемная склейка

**Неправильно: Склейка не в нуле (Артефакт/Щелчок)**



**Правильно: Zero-Crossing + Microfade (Бесшовно)**



# Кроссфейды и затухания

## Параметры и применение



### Типы кривых (Curves)

- **Equal-Power:**  $y = \sin(x * \pi/2)$ . +3 дБ в центре, сохраняет общую мощность (идеально для некоррелированных сигналов).
- **Linear:**  $y = x$ . Простая интерполяция амплитуды (может давать провал громкости в центре).
- **Logarithmic:** Быстрый старт, плавный хвост.
- **Exponential:** Плавный старт, быстрый хвост.



### Длительность (Length)

- **Речь/Диалоги:** 5–20 мс (быстрые линейные микрофейды для маскировки щелчков).
- **Музыка:** 20–200 мс (чаще equal-power, подбор на слух).
- **Синхронизация:** Возможен подгон под доли такта (BPM).

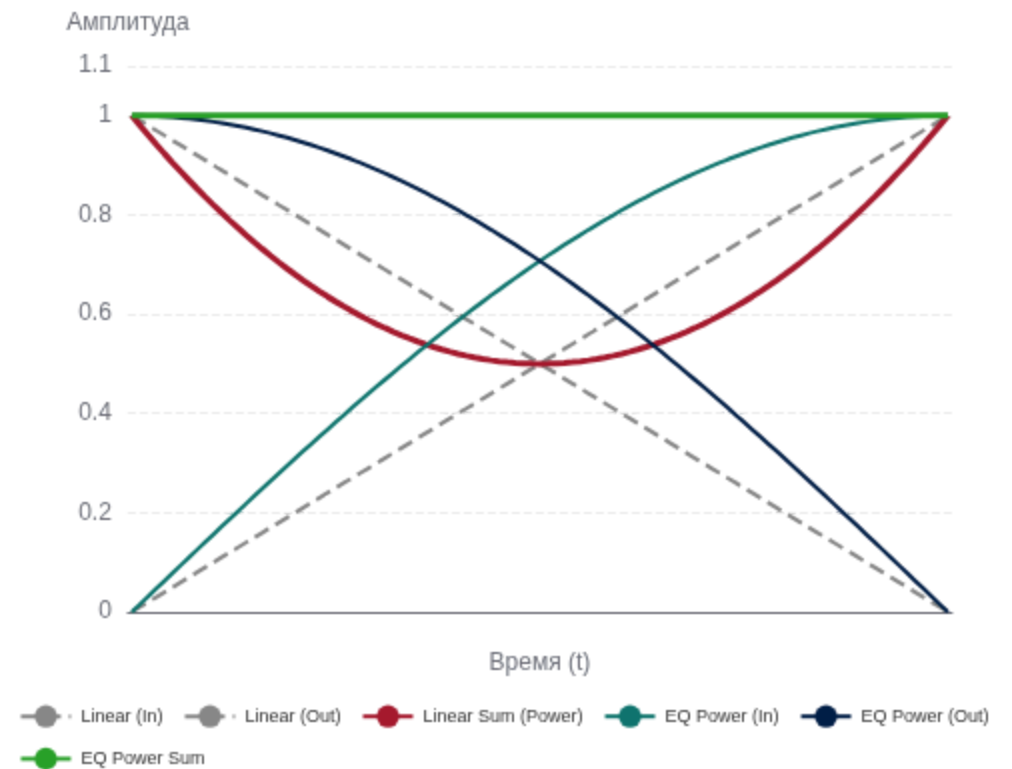


### Моносовместимость и Фаза

Проверка наложения фаз в области кроссфейда обязательна. Противофаза вызывает эффект гребенчатого фильтра («провал», comb filtering) при суммировании в моно. Для коррелированных сигналов (фазно-согласованных) лучше использовать Linear-кривые.

## Формы кривых и суммарная амплитуда

Сравнение Linear и Equal-Power



# ОСНОВЫ ЭКВАЛИЗАЦИИ: ЧАСТОТНЫЙ СПЕКТР

## Типы фильтров & Q-фактор

▼ **HPF / LPF (Pass Filters):** Срез частот ниже (HPF) или выше (LPF) частоты среза (Cutoff, обычно на уровне -3 дБ).

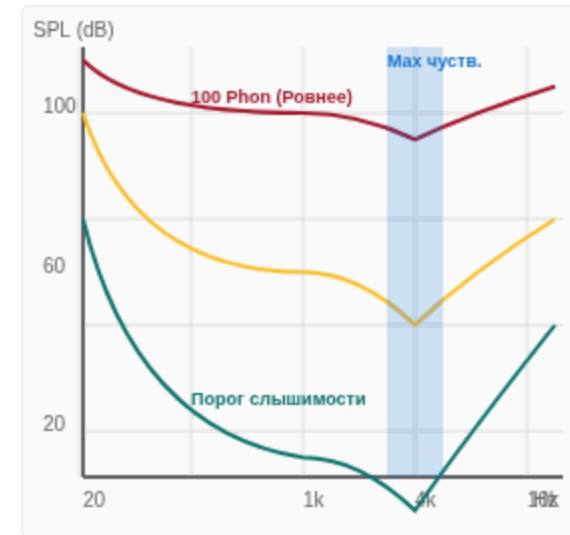
▬ **Шельф (Shelf):** Плавное усиление/ослабление всех частот выше или ниже заданной точки.

🔔 **Колокол (Bell) & Параметр Q:** Точечное изменение. **Q-фактор** определяет ширину полосы.  $Q = f\_center / Bandwidth$   
Высокий Q (например, 10.0) = узкий вырез.  
Низкий Q (например, 0.7) = широкое, музыкальное изменение.

## Психоакустика: Кривые Флетчера-Мэнсона

**Кривые равной громкости** демонстрируют нелинейность человеческого слуха относительно частоты и звукового давления (SPL).

- Слух наиболее чувствителен к диапазону **2-5 кГц** (эволюционная адаптация к речи/крику).
- На низкой громкости ( $\approx 50$  dB SPL) мы плохо слышим бас и "воздух".
- При **85 dB SPL** восприятие спектра становится наиболее ровным — стандарт индустрии для мониторинга.



## Визуальная частотная шкала (Логарифмическая)

### Sub-Bass

20–60 Гц

Ощущение телом, энергия, саб-бас, 808 бочка.

HPF: 30 Гц

### Bass

60–250 Гц

Фундамент ритма, теплота. Бочка (60-100), Бас-гитара.

Гудение:  $\sim 150$  Гц

### Low-Mid

250–500 Гц

Тело инструментов, гитары, мужской вокал. Зона "мути" (mud).

Срез: 300-400 Гц

### Mid

0.5–2 кГц

Основа речи, читаемость. "Телефонный" или "носовой" звук.

Гнусавость:  $\sim 800$  Гц

### Presence

2–6 кГц

Разборчивость вокала, агрессия гитар, сибиллянты (с, ш).

Де-эссер: 5-8 кГц

### Air

6–20 кГц

Воздух, прозрачность, тарелки, дыхание в вокале.

Блеск: 10-12 кГц



# EQ на практике: коррекция и креатив

## Практические настройки и эффекты



### Коррекция речи (Вокал)

HPF (60-80 Гц) отсекает гул. Bell cut (200-400 Гц, -2 дБ,  $Q=1.5$ ) убирает мутность (mud). Bell boost (3-4 кГц, +2-3 дБ) увеличивает читаемость. High Shelf (10-12 кГц, +1-2 дБ) добавляет «воздух» (Air).



### Де-эссинг (Динамический EQ)

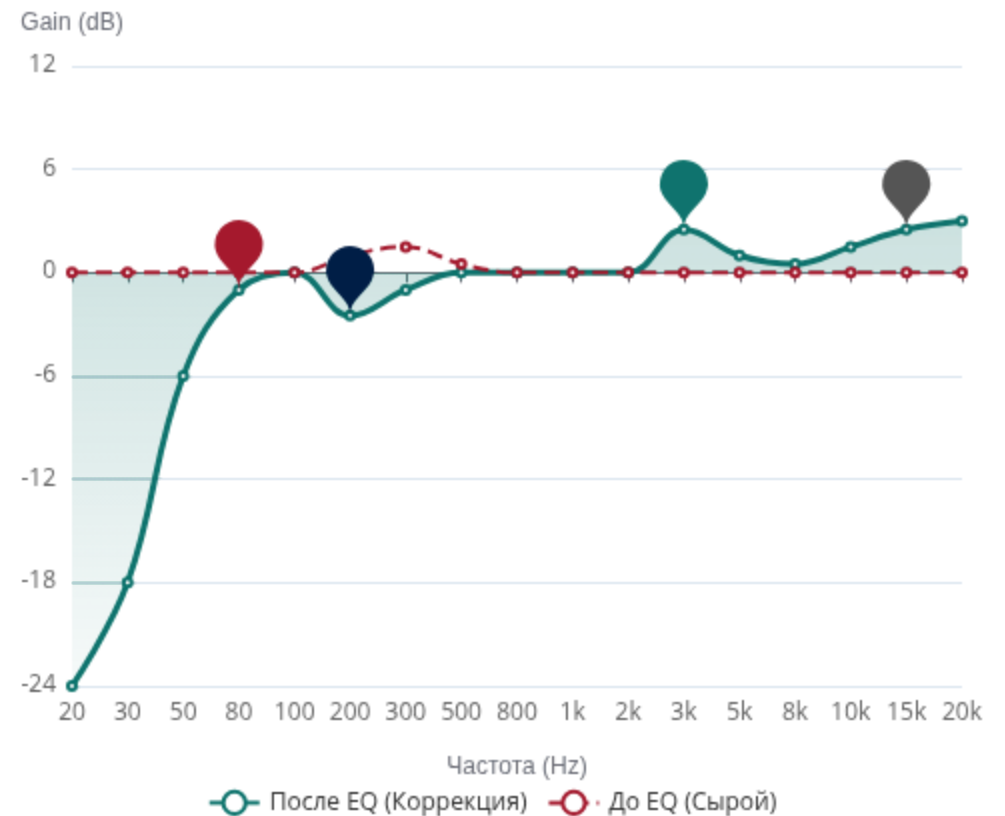
Локализация резких сibilantov (5-8 кГц). Динамический фильтр снижает Gain (до -6 дБ) *только* при превышении Threshold, сохраняя яркость остального сигнала. Attack ~1-5 мс, Release ~20-50 мс.



### Креативные эффекты (Lo-Fi / Телефон)

Band-Pass фильтрация: HPF 300-400 Гц + LPF 3-4 кГц (крутизна 24 дБ/октава). Легкий резонанс ( $Q=2.0$ ) на 1 кГц усиливает носовой тембр. Для автоматизации EQ-кривые могут изменяться во времени.

## АЧХ: Коррекция речи (EQ Curve)



# Компрессия: принцип и математические основы

## 🔧 Формула редукции (GR)

$$GR = (\text{Input} - \text{Threshold}) \times (1 - 1/\text{Ratio})$$

Рассчитывается в dB для значений выше порога

## 📊 Peak vs RMS Детекция

**Peak:** Мгновенное реагирование на транзиенты.

**RMS:** Усредненная энергия, ближе к слуху (Time Window: ~300ms).

## 📊 Gain Reduction (GR) Meter



## Параметры контроля

### 🔧 Threshold (-20 dB)

Определяет стартовую точку компрессии.

### 🔧 Ratio (4:1)

Степень сжатия: каждые 4dB выше порога = 1dB на выходе.

### 🔧 Knee (Колено)

**Hard:** мгновенное применение Ratio. **Soft:** плавная кривая (радиус в dB) для музыкальности.

### 🔧 Attack & Release

10 ms (Att)

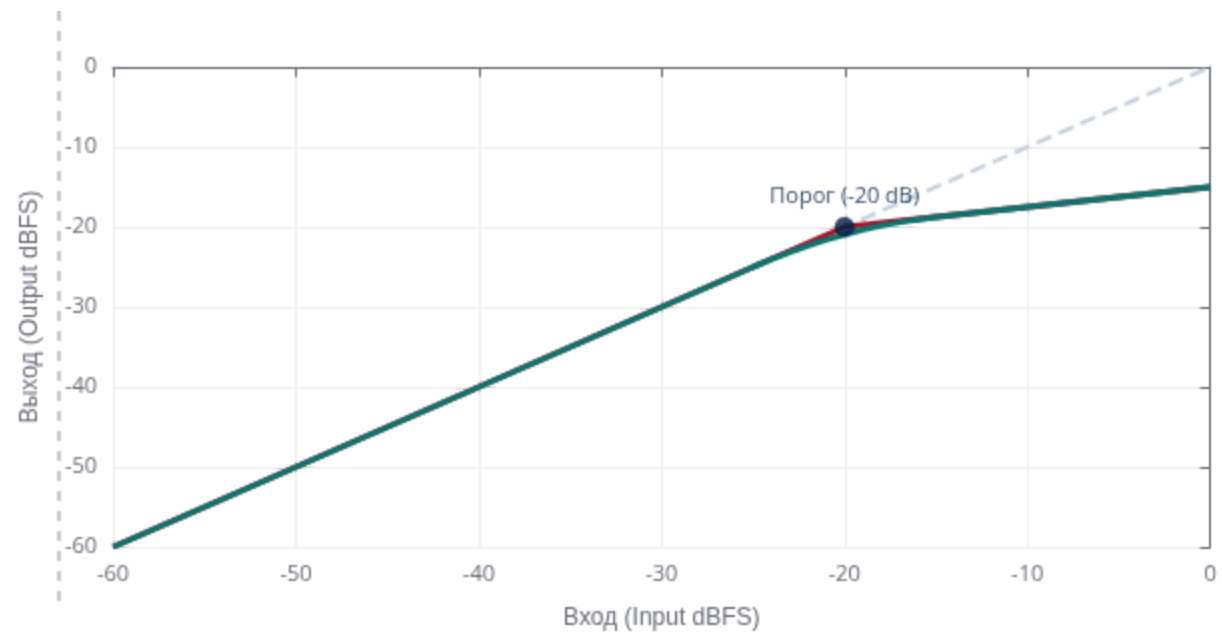
150 ms (Rel)

Формирование огибающей (Envelope) компрессии.

### 🔧 Makeup Gain

Восстановление RMS уровня после сжатия пиков.

## Передаточная характеристика (Input / Output Curve)



● Линейный (1:1) ● Hard Knee (4:1) ● Soft Knee (4:1)



# Применение компрессии в миксе

## Техники и настройки



### Компрессия речи (Вокал/Диктор)

Мягкое отношение (Ratio 2–3:1), медленная атака для сохранения естественных транзиентов и быстрый релиз для предотвращения «проглатывания» окончаний слов.



### Параллельная компрессия

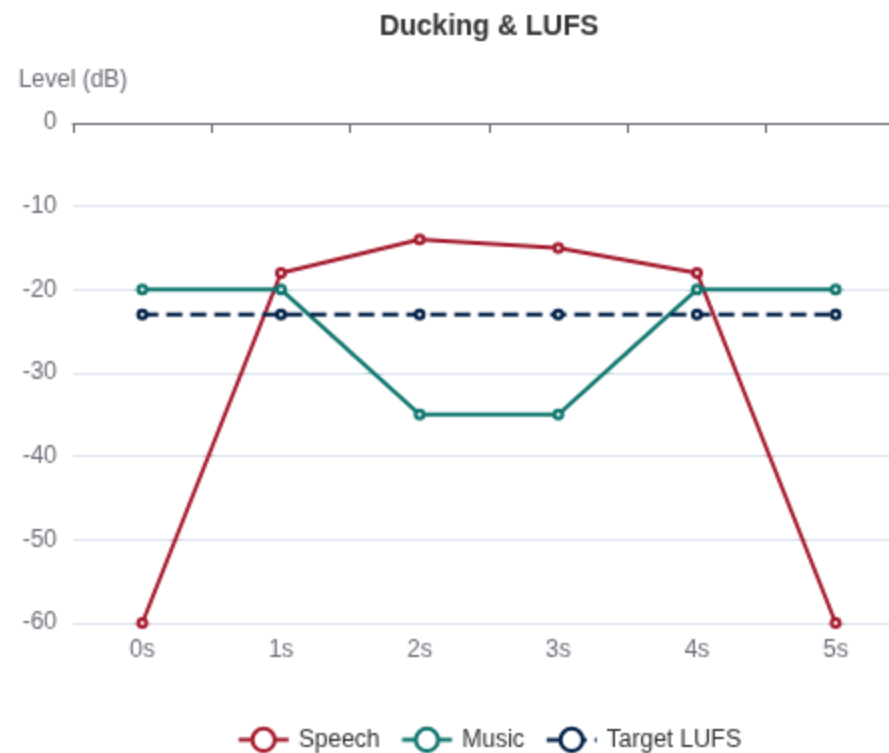
«New York Trick»: смешивание сильно сжатого сигнала с оригинальным. Позволяет уплотнить тихое звучание (поднять RMS), не срезая пики исходного транзиента.



### Sidechain Ducking (Дакинг)

Автоматическое снижение уровня фоновой музыки при появлении голоса диктора. Повышает читаемость речи без необходимости ручной автоматизации громкости.

## Контроль: Crest Factor и LUFS



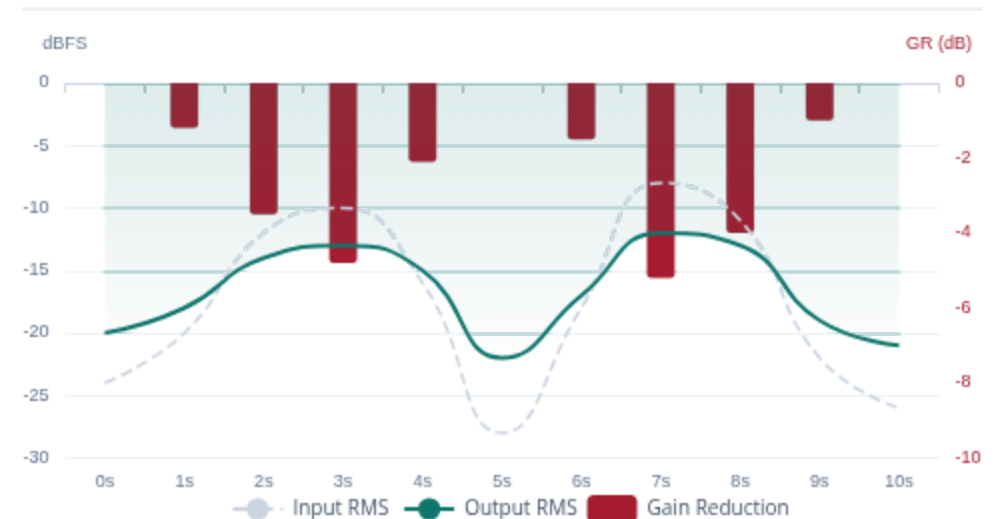
# Цепочка обработки: Сигнальный поток и Gain Staging



## Принципы маршрутизации

- Базовая парадигма: Шум → Тон → Динамика**  
Субтрактивный EQ располагается **до** компрессора, чтобы компрессор не реагировал на нежелательные низкочастотные резонансы (mud, rumble), которые будут вырезаны.
- Позиция De-esser**  
**До компрессора:** Позволяет компрессору работать ровнее, не "проваливая" сигнал на сибиллянтах.  
**После компрессора:** Более агрессивный контроль, если основной компрессор подчеркнул высокие частоты.
- Gain Staging: Закон -18 dBFS**  
Обеспечение номинального RMS уровня на входе **каждого** плагина. Предотвращает интерсэмповый клиппинг (True Peak) и обеспечивает оптимальную работу аналогово-моделирующих плагинов.

## Индикация уровней и Gain Reduction



# Практические примеры: до/после

## Метрики и анализ

|                   |          |
|-------------------|----------|
| SNR:              | +10 дБ   |
| RMS:              | -18 dBFS |
| LUFS (Broadcast): | -23 LUFS |
| LUFS (Streaming): | -14 LUFS |
| Crest Factor:     | 10-12 дБ |

### SNR (Сигнал/шум)

Улучшение на +10 дБ. Шумовой порог опущен, полезный сигнал сохранен.

### LUFS & Динамика

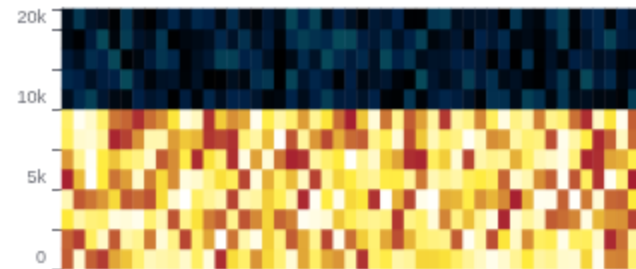
Стандартизация громкости. Контроль транзиентов и микродинамики.

### Анализ качества

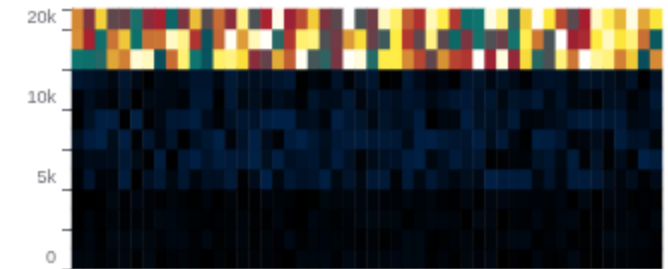
Повышение читаемости речи, отсутствие артефактов (chirping).

## A/B Сравнение (Спектрограмма)

ДО ОБРАБОТКИ (Шумы + Муть)



ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ (Чисто + EQ)



## АЧХ и Форма Волны



